



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of

Docket No: Q80748

Shinichi NAGAOKA, et al.

Appln. No.: 10/812,064

Group Art Unit: Unknown

Confirmation No.: Unknown

Examiner: Unknown

Filed: March 30, 2004

For: DESIGN METHOD OF A RESIN PRODUCT, PRODUCTION METHOD OF A RESIN
PRODUCT AND INJECTION MOLDING DEVICE

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to
priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to
acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860


John T. Callahan
Registration No. 32,607

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Enclosure: Japan 2003-094453

Date: April 22, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

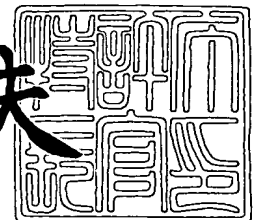
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 3]

出 願 人 住友化学工業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 03SK002

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B29C 45/00
B29C 45/76

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 永岡 真一

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 広田 知生

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 東川 芳晃

【特許出願人】

【識別番号】 000002093

【氏名又は名称】 住友化学工業株式会社

【代表者】 米倉 弘昌

【代理人】

【識別番号】 100102967

【弁理士】

【氏名又は名称】 大畑 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 103585

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502607

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 樹脂製品の設計方法及び製造方法
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 射出成形法によって成形する樹脂製品を設計するに際し、
所定形状の樹脂製品について射出成形を行なう際に必要な型締力を計算機支援
による最適化手法を用いて事前に求め、この結果に基づいて樹脂製品の設計を決
定することを特徴とする樹脂製品の設計方法。

【請求項 2】 最適化の際の可変パラメータとして、キャビティに連絡する
複数の樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を設定するプロセスパラメータを用い
ることを特徴とする請求項 1 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 3】 前記プロセスパラメータは、前記複数の樹脂流入路に配置さ
れた流入量調整弁の動作を制御するパラメータであることを特徴とする請求項 2
記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 4】 前記流入量調整弁がバルブゲートであることを特徴とする請
求項 3 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 5】 前記バルブゲートの動作の制御方法が全開または全閉のどち
らかであることを特徴とする請求項 4 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 6】 充填工程中の同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならない
条件の中でプロセスパラメータを最適化すること特徴とする請求項 4 記載の樹脂
製品の設計方法。

【請求項 7】 成形に用いる樹脂材料が熱可塑性樹脂であることを特徴とす
る請求項 1 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 8】 成形に用いる樹脂材料がポリプロピレン系樹脂であることを
特徴とする請求項 1 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 9】 成形に用いる樹脂材料が低流動性樹脂であることを特徴とす
る請求項 1 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 10】 最適化によって求めた型締力に基づいて、製品の材料を決
定すること特徴とする請求項 1 記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項 11】 最適化によって求めた型締力に基づいて、製品の厚さ分布

を決定すること特徴とする請求項1記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項12】 製品の厚さ分布を型締力に関する制約条件のもとで最適化することにより決定すること特徴とする請求項1記載の樹脂製品の設計方法。

【請求項13】 請求項1ないし12のいずれかに記載された樹脂製品の設計方法によって設計された樹脂製品を、最適化された条件下で射出成形を行って樹脂製品を成形することを特徴とする樹脂製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、射出成形法によって成形して製造する樹脂製品の設計方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

射出成形機を用いて樹脂を成形する場合、成形に必要な型締力が装置の能力を超えないように、使用樹脂、成形温度、射出速度等が決定されなければならない。また、通常は装置への設定型締力は成形に必要な最低限の値ではなく、安全率を見込んだ値が用いられる。型締力は（キャビティ内の樹脂圧×投影面積）によって表され、例えば、特許文献1には、これを低減させようとする技術が記載されている。

【0003】

【特許文献1】

特開2002-355866号公報（第2頁）

上記文献には、製品形状が長手方向に延びている場合、キャビティ内に前記溶融樹脂を射出するゲートを充填開始側から充填完了側に向けて複数配置するとともに、前記充填開始側のゲートの射出開始から所定の時間差にて、前記溶融樹脂が順次前記キャビティ内へ射出することにより、充填の最終段階において、先に注入した樹脂がほぼ冷却・固化した状態になり、これにより、最終ゲートから射出される溶融樹脂が埋めるべき実質的な投影面積を、キャビティの全投影面積よりかなり小さくする技術が記載されている。

【0004】

しかしながら、このような長尺の形状では、注入の時間差を付けるタイミングの判断が容易であるが、この方法を一般的な形状の製品に応用するのは難しく、ゲートからの射出の開始や、流入量の減少又は停止を行なうタイミングを判断するために、勘や経験を頼りに人手によって試行錯誤を繰り返す必要があった。従って、この文献に記載された方法により、樹脂製品の成形に必要な型締力を考慮した上で樹脂製品の最適な設計を得ることは困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は上記のような課題に鑑み、任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、成形に必要な型締力と使用可能な射出成形機的能力とを考慮し、最適な樹脂製品設計を実現することができる樹脂製品の設計方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明は、前記目的を達成するためになされたもので、射出成形法によって成形する樹脂製品を設計するに際し、所定形状の樹脂製品について射出成形を行なう際に必要な型締力を計算機支援による最適化手法を用いて事前に求め、この結果に基づいて樹脂製品の設計を決定することを特徴とする樹脂製品の設計方法である。これにより、使用可能な射出成形機的能力による制約を考慮した上での最良の設計を得ることができる。射出成形とは、広く射出成形全般を指し、例えば、射出プレス成形、射出圧縮成形、発泡射出成形等も含まれる。

【0007】

ここにおいて、所定形状の樹脂製品とは、製品に要請される形状・寸法に関する制約のもとで決まる予備的な設計の範囲を言うもので、例えば、用途から平面的な形状・寸法は決まるが、厚さや樹脂材料の選択については自由度が残されている場合に、その平面的な形状・寸法だけが特定された樹脂製品を言う。

【0008】

この発明においては、樹脂成分に対し、本発明の目的を損なわない範囲内で、

ガラス繊維、シリカアルミナ繊維、アルミナ繊維、炭素繊維、麻、ケナフ等の植物より得られる有機繊維、合成繊維などの繊維状補強材；ホウ酸アルミニウムウイスキー、チタン酸カリウムウイスキーなどの針状の補強材；ガラスビーズ、タルク、マイカ、グラファイト、ウォラストナイト、ドロマイトなどの無機充填材；フッ素樹脂、金属石炭類などの離型改良剤；染料、顔料などの着色剤；酸化防止剤；熱安定剤；紫外線吸収剤；帯電防止剤；界面活性剤などの通常の添加剤を1種以上添加することができる。

【0009】

この発明において好適に使用される樹脂として熱可塑性樹脂がある。ここで、熱可塑性樹脂とは、一般に熱可塑性樹脂と称されるもの全てを指し、例えば、無定形ポリマー、半結晶性ポリマー、結晶性ポリマー、液晶ポリマー等であってよい。また、熱可塑性樹脂は、一種類であってもよく、複数のポリマー成分のブレンドであってもよい。具体的には、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、プロピレン系樹脂、エチレンプロピレン共重合体等のオレフィン系樹脂；ポリスチレン、ハイインパクトポリスチレン、ABS樹脂等のスチレン系樹脂；ポリメチルメタクリレート等のアクリル系樹脂；ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂；ポリカーボネート、変性ポリカーボネート等のポリカーボネート系樹脂；ポリアミド66、ポリアミド6、ポリアミド46等のポリアミド系樹脂；ポリオキシメチレンコポリマー、ポリオキシメチレンホモポリマー等のポリアセタール樹脂；ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミド、熱可塑性ポリイミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンサルファイド等のエンジニアリングプラスチック、スーパーエンジニアリングプラスチック；セルロースアセテート、セルロースアセテートブチレート、エチルセルロース等のセルロース誘導体；液晶ポリマー、液晶アロマチックポリエステル等の液晶系ポリマー；熱可塑性ポリウレタンエラストマー、熱可塑性スチレンブタジエンエラストマー、熱可塑性ポリオレフィンエラストマー、熱可塑性ポリエステルエラストマー、熱可塑性塩化ビニルエラストマー、熱可塑性ポリアミドエラストマー等の熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

【0010】

さらに好適な樹脂材料として、大型の自動車部品等に対して用いられる低流動性のポリプロピレン系樹脂が挙げられる。樹脂の流動性は、例えば、JIS-K7210に規定された方法で測定されるメルトフローレート（MFR、単位：g/10分）によって表される。この出願において低流動性樹脂として想定しているのは、上記の方法により、温度230℃、荷重2.16kgで測定された値が、0.5～20、好ましくは1.0～10の範囲にあるものである。汎用のポリプロピレン系熱可塑性樹脂において衝撃強度に優れる材料は、熔融時の流動性が低くなる傾向にあり、製品の耐衝撃性を向上させるには、可能な限り流動性の低い樹脂を選択するのが好ましい。MFRの値が0.5より小さいものに関しては、流動性があまりにも低く、射出成形法によって成形することは実用的でないと考えられる。また、MFRの値が20を超えるものについては、成形に必要な型締力が過大になってしまうという問題が起きにくい。

【0011】

このような低流動性樹脂は、流動性の高い樹脂を成形するような条件で成形すると、必要な型締力が多大となって成形機の型締能力を超えてしまう。従って、射出成形機能力が決まっている場合には、製品の設計段階で材料として選択することができない。しかしながら、射出成形を行なう際に必要な型締力を計算機支援による最適化手法を用いて求めることにより、必要型締力を低下させることができ、樹脂材料として選択範囲を拡張することができる。その結果、同じ衝撃強度を得るための製品の厚さを低下させることができる。

【0012】

最適化の際の可変パラメータとして、例えば、樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を設定するプロセスパラメータを用いることができる。プロセスパラメータを計算機支援による最適化手法を用いて求めることにより、人手による試行錯誤を繰り返すことなく、迅速に正確なパラメータを算出することができる。

【0013】

前記プロセスパラメータとしては、前記複数の樹脂流入路に配置された流入量調整弁の動作を制御するパラメータが好適である。金型への全樹脂流入量を調整

する手段のような他の流量調整手段を、独立的にあるいは調整弁制御パラメータと併用して用いることができる。成形に用いる樹脂材料としては、対象とする製品や製造条件に応じて種々のものが採用可能であるが、熱可塑性樹脂が好適である。その場合には、前記樹脂流入路を保温手段を有するホットランナーとすることで、流量調整を円滑に行なうことができる。流入量調整弁は、いわゆるバルブゲートとして構成してもよい。

【0014】

流入量調整弁の動作の制御方法としては、流量を可変に制御するようにしてもよいが、実用的には、全開または全閉のどちらかに動作させるだけでも十分である。実用的な制約条件として、充填工程中の同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならない条件の中でプロセスパラメータを最適化するのが好ましい。そして、最適化の作業を効率化するために、複数の樹脂流入路にそれぞれ流入量調整弁を配置した場合には、一つのバルブゲートをタイミング調整用ゲートに設定し、他のバルブゲート動作を任意に設定したときに、同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならないように前記タイミング調整用ゲートの動作を制約するようにしてもよい。

【0015】

最適化の際の可変パラメータとして、製品の寸法形状に関する製品設計パラメータを用いることができる。最適化によって求めた型締力に基づいて、樹脂製品設計における材料や厚さを決定することができる。また、製品の厚さあるいは厚さの分布を型締力に関する制約条件のもとで最適化することにより決定してもよい。この発明の他の態様において、上記の樹脂製品の設計方法によって設計された樹脂製品を、最適化された必要型締力の範囲で射出成形を行って樹脂製品を成形することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態を詳しく説明する。この実施の形態では、図1に示すような一方向に長く延びた（縦横比＝16／3）平板状の部材を、予め決められた樹脂材料を用いて射出成形法により製造する場合の設計

方法を例示する。図 2 に示すように、キャビティ CV には、平板の 1 つの側端の中央と左右に 3 つのゲート G1, G2, G3 を配置している。この発明においては、ゲートの数は 2 つ以上であればよく、樹脂製品の形状や寸法に応じて適宜に設定することができる。

【 0 0 1 7 】

まず、平面的な形状及び寸法を等しくし、樹脂材料と板厚を変化させた予備的設計①～③を用意した。寸法は、幅 1600mm、長さ 300mm、厚さ 3mm 及び 2.5mm である。メルトフローレート (MFR、単位：g/10分) は、JIS-K7210 に規定された方法により、温度 230℃、荷重 2.16 kg で測定した。

【表 1】

	材料	板厚	備考
①	AZ564 (MFR=30)	3.0mm	高流動性樹脂
②	AH561 (MFR=3)	3.0mm	低流動性樹脂
③	AH561 (MFR=3)	2.5mm	低流動性樹脂

【 0 0 1 8 】

この実施の形態では、少なくとも 1 つのゲートをバルブによって開閉が可能なバルブゲートとして構成し、このバルブゲートの開度を調整することにより、型締力を最小とするような射出成形を行なう場合を説明する。図 2 に示す 3 つのゲート G1, G2, G3 のうち、後述する最適化の結果として、いずれかを全開又は全閉とすることになる場合には、実機の金型でのバルブゲートは不要となる。各ゲート G1, G2, G3 は、ランナー R を介してノズル N 先端に連絡しており、ランナー R は中で樹脂が固化しないように所定の温度に制御された、いわゆるホットランナーになっている。

【 0 0 1 9 】

この実施の形態では、射出成形過程を計算する数値解析と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより、各バルブゲートの開閉のタイミングを変数として、予備的設計②、③について必要型締力が最小となる場合を求める。また、予備

的設計①、②について全ゲートを常時開とした場合の必要型締力を温度条件を変えて計算した。射出成形過程を計算する数値解析の手法としては、近年、有限要素法をベースとし、成形中において要素間に作用する関係に基づく計算式を用いて樹脂の挙動を解析するものが、実用化されてきている。この実施の形態では、Moldflow Plastics Insight 2.0 div1（商品名：Moldflow Corporation製）を使用している。計算機支援による最適化手法も、同様に多くのものが開発されている。ここでは、ソフトウェアとして、iSIGHT 6.0（商品名：Engineous Software Inc. 製）を用い、非線形性の強い問題を扱うことになるため、解空間を大域的に探索でき、局所最適解（Local Optimum）に陥る危険が少なく、大域最適値（Global Optimum）を見つけやすいとされるSA（焼きなまし法）を用いた。以下に、解析の全般の流れを、図3のフロー図に沿って説明する。

【0020】

（1）解析用モデルの作成

まず、ステップ2において、射出成形過程における樹脂の流れを解析するための解析用モデルを作成する。この実施の形態では、以下の長尺平板モデルとなる。

寸法：幅1600mm、長さ300mm、厚さ3mm及び2.5mm

要素数：2862、節点数：1558、サイド3点ゲート

ランナー径：6mmφ（ホットランナー）、ゲート：4mmφ×7.5mmL（バルブゲート）

【0021】

（2）成形条件の設定

材料として選択した樹脂の物性値等のデータを入力する必要がある。樹脂は、三井住友ポリプロAH561及びAZ564（商品名、三井住友ポリオレフィン株式会社製、AH561はMFR=3、AZ564はMFR=30）を用いている。必要な物性値としては、例えば、熱伝導率、比熱、流動停止温度、粘度等がある。他の成形条件として、樹脂温度／ホットランナー温度／金型温度を、それぞれ220℃／220℃／50℃に設定し、射出速度は等速設定とし、射出時間が約6秒となるように設定した。

【0022】

(3) 計算機支援による最適化工程

ステップ4において、可変パラメータと呼ばれる求めるべきパラメータ（ここではバルブゲートの開閉のタイミング）の初期値を設定し、ステップ5において、樹脂の流入プロセスを計算し、ステップ6においてその結果ファイルを出力する。そして、ステップ7において、その結果ファイルに基づき、評価関数としての型締力を算出し、ステップ8において、その算出値が最適解に収束しているかを評価する。そして、収束していない場合には、ステップ9において、最適化手法のアルゴリズムに基づいて可変パラメータを修正し、ステップ5からステップ9までの工程を繰り返す。ステップ8において評価関数が最適解に収束していると判断された時には、最適化工程を終了する。

【0023】

最適化手法のアルゴリズムとしては、この実施の形態では、焼きなまし法を採用している。金属の焼きなましにおいては、ゆっくり冷やすことで、高い状態にあった各分子エネルギーが一様に低い状態に落ち着く。焼きなまし法はこれをモデルとしており、最適解の探索を急速に進めるのでは無く、部分的には解の改悪を許すことで解の多様性を生み出し、大域探索を可能とする手法である。最適解への収束は、所定の回数の計算を行った後に判断するようにしている。

【0024】

(4) 開閉タイミングの設定における制約条件付与

この実施の形態ではバルブゲートは3つ有り、開閉タイミングはこれら全てを独立に操作することを前提としてもよい。しかしながら、これらのバルブゲートは実作業上の制約から完全に独立に操作できない場合があり、そのような不要解を予め排除するように、最適化作業をより絞った条件下で行なう方が効率的である。そこで、以下のような制約条件を設けた。

【0025】

まず、この実施の形態では、各バルブゲートの開度自体を連続的にあるいは段階的に調整することはせず、実用性を考慮して開と閉の2位置のみを採るものとした。ここで、各バルブゲートが射出成形工程で採りうる動作パターンを考える。ホットランナー中では樹脂は固化しないから、各バルブゲートは射出成形の開

始後でも閉状態で待機することができ、その後任意の時間に開動作を行なうことができる。また、一度開となって樹脂が通過したバルブゲートを閉とすることもできる。しかし、一度開としてから閉としたバルブゲートを開とすると、閉とする時間にもよるが、バルブゲートから先では樹脂の固化が進んでいる可能性があり、外観悪化等の成形不良が懸念される。従って、開→閉→開の操作パターンは採用しないこととした。従って、1つのバルブゲートの操作パターンとして考えられるのは、①常開、②常閉、③閉→開、④開→閉、⑤閉→開→閉の5パターンである。これを第1の制約条件とした。

【0026】

また、実成形上、全ゲートが同時に閉となると、ランナーやバルブゲートに異常な圧力が作用すると考えられるし、解析上もソフトウェア上の問題によりエラーが発生しやすい。その対策として、この実施の形態では、成形中、最低一つのゲートが開となっていることを第2の条件とした。

【0027】

第1と第2の条件を組み合わせた結果として、バルブゲートの動作に関して以下の制約条件が導かれる。すなわち、3つのうち、2つのバルブゲートは第1の条件の5つのパターン内において任意に操作できるが、双方が閉となるタイミングにおいては3番目のバルブゲートは開でなければならない。ここで、任意に動作できるバルブゲートを任意制御ゲート、他のゲートの動作から拘束を受けるゲートを調整用ゲートと呼ぶ。1のバルブゲートを調整用ゲートに選択して、その条件下で可変パラメータを変化させれば、理論上、全ての可変パラメータが網羅されるが、調整用ゲートの選択を変更した方が良い場合も有る。

【0028】

(5) 開閉タイミングの設定におけるケース分け

例えば、バルブゲートA, B, Cの中で、バルブゲートA, Bを任意制御ゲートとし、バルブゲートCを調整用ゲートとして選択した場合の各バルブゲートのタイミングを変数として設定する場合の工程を具体的に説明すると、以下のようになる。

1) 任意制御ゲートA, Bについての開閉タイミングを第1の条件下において任意に

設定する。

- 2) 設定されたゲートA、Bの開閉タイミングについて、射出開始から射出終了までの開時間帯を重ね合わせ、双方のゲートとも閉となるタイミングの有無を判定する。
- 3) ゲートA、Bが同時に閉となるタイミングがなければ調整用ゲートCの開閉タイミングは制約条件無しに任意に設定することができる（図4のケース1参照）。
- 4) ゲートA、B同時閉が存在すれば、その時間帯についてゲートCを開とする。開時間帯が複数できる場合には、第1の条件に従うように（開→閉→開のパターンは採らない）、開時間帯には含まれた閉時間帯を開時間帯に変更して連続させる。この場合、ゲートCの開閉タイミングは、上記の開放時間を前後に延長する方向で変動させるという設定のみが可能である（図5のケース2参照）。図6は、ケース2の極端な場合であり、成形の初期と終期にゲートA、B同時閉が存在するので、ゲートCが常時開となっている。

【0029】

結論として、調整用ゲートとしてCを選択した場合、ゲートA、Bについての開閉タイミングは第1の条件下において任意に設定できるが、ゲートCは、ケース1の場合のように自由設定できるか、又はケース2の場合のように所定範囲を開放とするように拘束される。この実施の形態では、ステップ4又はステップ9において、ゲート制御用プログラムがこのようなケース分けを判断した後、最適化支援ソフトがそれぞれの制約条件の範囲でバルブゲートの開閉タイミングを可変パラメータとして設定し、最適化を行なう。1つのゲートを調整用ゲートCとした場合に判定ができなかった場合でも、別のゲートを調整用ゲートに選択して同様の工程を行なうことで解析精度が向上する場合も有る。なお、調整用ゲートの選択は、等価なものに関しては重複して行なう必要が無い。例えば、図2に示すバルブゲートG1とバルブゲートG3が対称の位置にあって射出成形条件上差異が無い場合には、一方のみを調整用ゲートと選択すればよい。この実施の形態では、バルブゲートが3つの場合を例示したが、これが4つ以上の場合でも、同様である。

【0030】

(6) 可変パラメータとしての開閉タイミングの設定

上記のようなケース分けを前提として、可変パラメータとしての開閉タイミングを設定する方法をさらに具体的に説明する。ここでは、可変パラメータを以下のように設定しており、これを参照して説明する。

ゲートA～ゲートCの開放タイミング (秒) ・ ・ tal、tbl、tcl

ゲートA～ゲートCの開放継続時間 (秒) ・ ・ dta、dtb、dtc

ゲートCの開タイミング変動係数 ・ ・ α

ゲートCの閉タイミング変動係数 ・ ・ β

なお、tal、tbl、tclは射出開始時を0としている。

【0031】

まず、調整用ゲートCを選択した後、ゲート制御用プログラムを用い、独立変数として任意制御ゲートA, Bに関する開閉タイミングtal、tbl、dta、dtbを設定し、上述したケース分けを行なう。ケース1の場合は、ゲートCの開閉タイミングも独立に設定するから、結局tal、tbl、tcl、及びdta、dtb、dtcの全てを独立変数として使用する。ケース2の場合は、図7に示すように、tal、tbl、dta、dtbから、ゲートCの開閉タイミング限界値 t_o 、 t_c （エラー回避のための必要最低限の値）を算出する。そして、この開の範囲を前後に延ばす場合を考慮すると、ゲートCの開閉タイミングを t_{co} 、 t_{cc} とした場合、

$$t_{co} = t_o \times \alpha$$

$$t_{cc} = t_c + (t_e - t_c) \times \beta$$

として設定される。ここで、 t_e は射出完了の時間である。 α 、 β は、 $0 \leq \alpha \leq 1$ 、 $0 \leq \beta \leq 1$ を満たす任意の値で、これらを変化させることによりゲートCの開閉タイミングを任意に変動させることができる。この実施の形態で上記可変パラメータについてステップ4で設定した初期条件、及びステップ9で用いた制約条件は、以下の通りである。

①制約条件

$$0 \leq tal \leq 6, \quad 0 \leq tbl \leq 6, \quad 0 \leq tcl \leq 6, \quad 0 \leq dta \leq 6, \quad 0 \leq dtb \leq 6, \quad 0 \leq dtc \leq 6$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, \quad 0 \leq \beta \leq 1$$

ここにおいて、計算では射出時間は約6秒弱（条件により変動）で完了するので

、 $t_{al} \sim t_{cl}$ 、 $d_{ta} \sim d_{tc}$ の上限を6(秒)とした。

②初期条件

$t_{al}=t_{bl}=t_{cl}=0$ 、 $d_{ta}=6$ 、 $d_{tb}=d_{tc}=0$ 、 $\alpha=\beta=0.5$

【0032】

(7) 評価関数

評価関数として、最大型締力を算出した。型締力は、解析ソフトによってキャビティ内の樹脂圧を算出し、これに投影面積を掛けることによって求められる。

【0033】

(8) 開閉タイミングの最適化計算例

上述した解析モデルと手法を用いて最適化した計算結果を、表2の②-2及び③に示す。なお、①、②-1は比較例であって、AH561について、 $220^{\circ}\text{C}/220^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ と $240^{\circ}\text{C}/240^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ の温度条件下で、ゲート開閉制御をしない場合（常開）について計算をした。また、表1のAZ564（高流動性樹脂、MFR=30）について $200^{\circ}\text{C}/200^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ と $220^{\circ}\text{C}/220^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ の温度条件下で、ゲート開閉制御をしない場合（常開）について計算をした。その際のバルブゲートの開閉タイミングを示す。

【表 2】

条件	板厚 mm	材料	ゲート開閉制御無し (全ゲート常時開) の場合の 型締力 (ton)			ゲート開閉制御			ゲート開閉 制御時の 型締力 (ton)
			200℃	220℃	240℃	G1	G2	G3	
①	3.0	AZ564 (MFR=30)	1010	840		○	○	○	
②・1	3.0	AH561 (MFR=3)		1630	1470	○	○	○	
②・2	3.0	AH561 (MFR=3)				3.4~end	0.8~2.7	0~4.9	320
③	2.5	AH561 (MFR=3)				0~5.4	1.7~3.5	2.7~end	470

【0034】

(9) 材料の決定

表 2 によれば、予備的設計①の高流動性樹脂については、ゲート操作を行わな

い場合でも温度 2 2 0 ℃ とすれば 1000 トン 以下の型締力で成形可能である。一方、② の低流動性樹脂 については、温度を 2 4 0 ℃ としても型締力 1000 トン 以下では成形できない。しかしながら、バルブゲート操作を行なうことにより、② の低流動性樹脂 についても型締力 500 トン 以下で成形ができる。従って、樹脂材料として AZ564 より AH561 が好適であるような製品には、最終設計として予備的設計②を採用することができることが分かる。また、予備的設計③の場合でもバルブゲート操作を行なうことにより型締力 500 トン 以下で成形ができる。従って、低流動性樹脂 AH561 の強度等の条件によって薄肉化ができる場合には、最終設計として予備的設計③を採用してもよい。

【 0 0 3 5 】

(1 0) 寸法の調整

さらに、樹脂材料として AH561 が好適であるような場合について、型締力の制約の中で製品をどこまで薄肉化できるかを判断するために最適化を行った。最適化のプロセスは、図 3 において説明した場合と基本的に同様であるが、評価関数としては、「型締力が所定の制約条件を満たす範囲でできるだけ板厚を小さくすること」と設定した。ここでは、射出成形機の型締力が 1000 トン である場合に、安全率を見込んで型締力の制約条件を 800 トン 以下とした。

【 0 0 3 6 】

結果を表 3 に示す。これによれば、上記の条件下において、低流動性樹脂を用いて板厚 1 . 9 mm 程度のものまで成形することができることが分かった。このように、本発明によれば、より広い予備的設計の選択肢についての型締力を検討することによって、実際の成形機等の制約の中で、最適な製品設計を選択することができる。

【表 3】

板厚 [mm]	材料	ゲート開放タイミング[s] 射出開始=0			型締力 [ton]	
		G1	G2	G3	制約条件	結果
1.9	AH561 (MFR=3)	4.1~end	2.6~3.9	0~4.2	≤800	780

【0 0 3 7】

なお、上記の実施の形態においては、最適化手法に基づいて型締力を求めた後に、樹脂材料を選択し、その後に製品の厚さを決定しているが、樹脂材料が既定である場合には、可変パラメータとして製品の厚さを直接に指定し、最適化によりこれを直接に求めるようにしてもよい。さらに、この実施の形態では厚さが均一な平板状の製品に関する設計を行ったが、厚さが均一でない場合の厚さ分布を求めるようにしてもよい。

【0 0 3 8】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、射出成形を行なう際に必要な型締力を計算機支援による最適化手法を用いて事前に求めることにより、必要な型締力についての最適化された値を事前に算出することができる。従って、任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、広い選択肢についての型締力を使用可能な射出成形機の能力と比較した上で、最適な樹脂製品設計を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施の形態を説明するための成形用キャビティとゲートの位置を示す図である。

【図 2】 この発明の一実施の形態を説明するための成形用キャビティと樹脂流路を示す図である。

【図 3】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施の形態を説明するフロー図である。

【図 4】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの一例を示す図である。

【図 5】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの他の一例を示す図である。

【図 6】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの他の一例を示す図である。

【図 7】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施例におけるゲート操作のパターンを示す図である。

【図 8】 この発明の射出成形品のプロセスパラメータの決定方法の一実施例におけるゲート操作のパターンを示す図である。

【符号の説明】

CV キャビティ

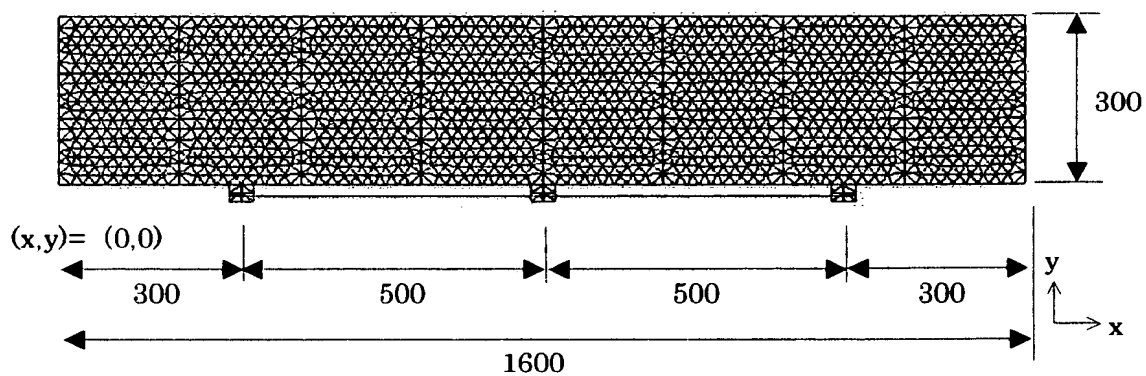
G1, G2, G3 ゲート

R ランナー

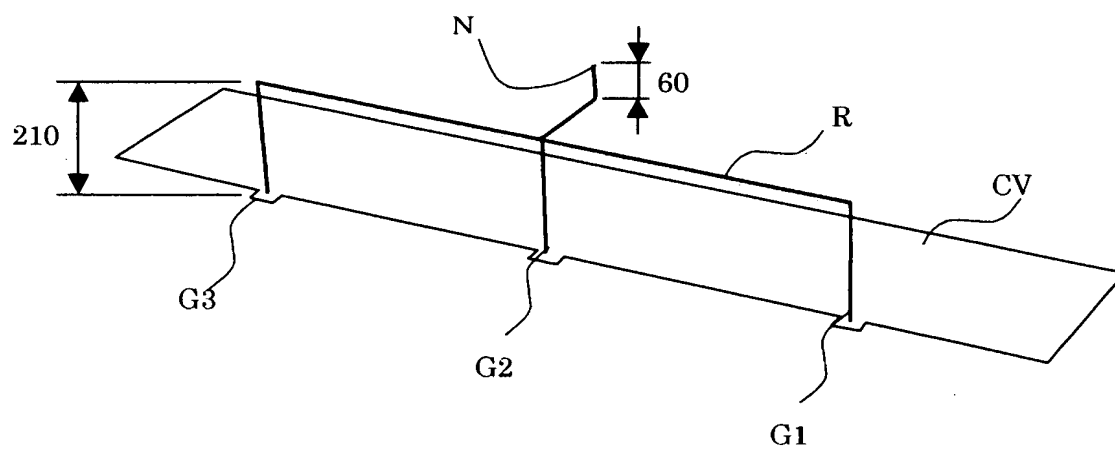
N ノズル

【書類名】 図面

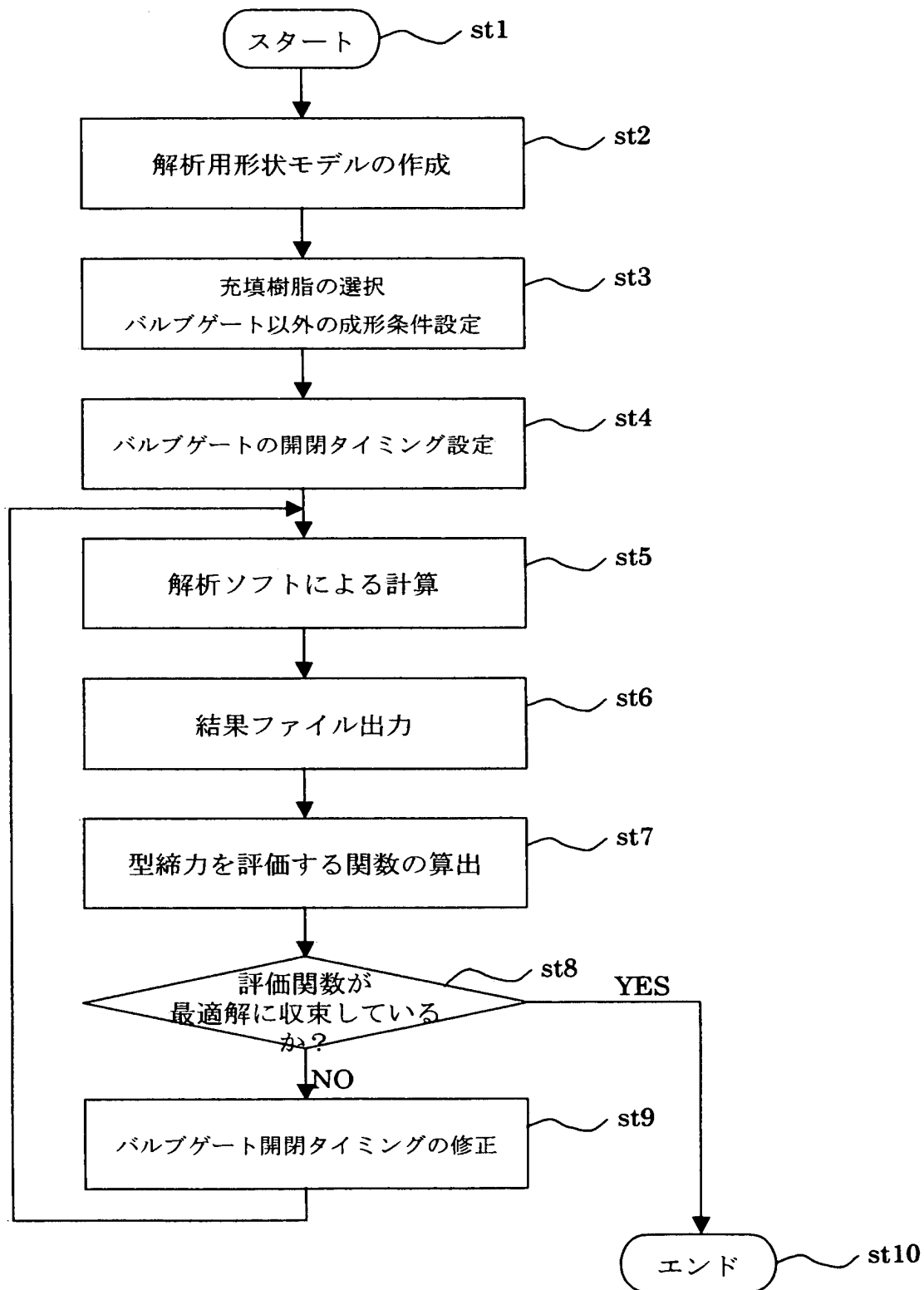
【図 1】



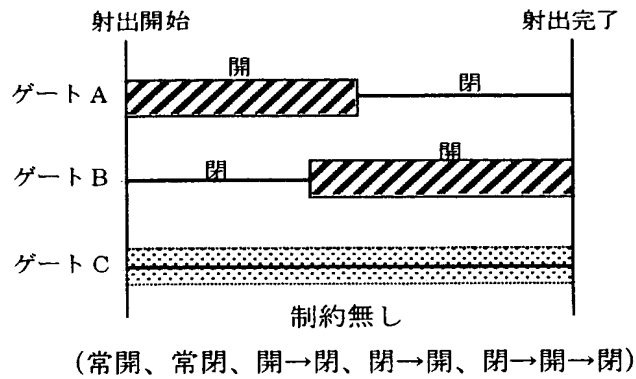
【図 2】



【図3】

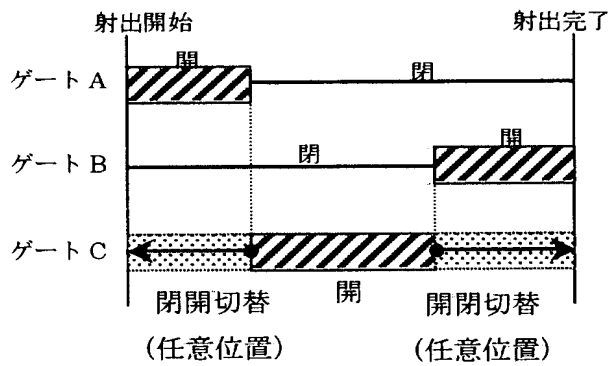


【図 4】



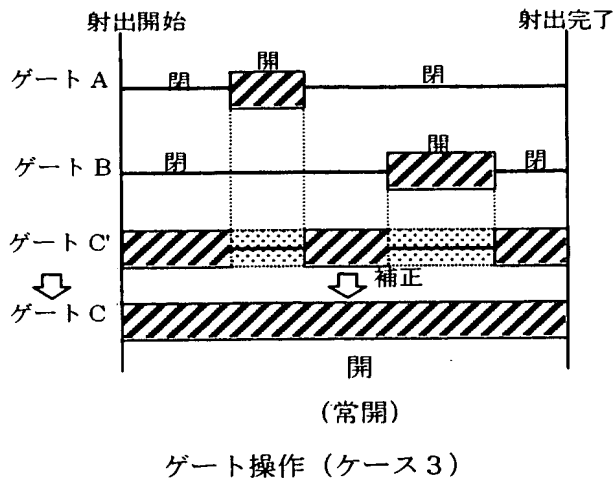
ゲート操作 (ケース 1)

【図 5】

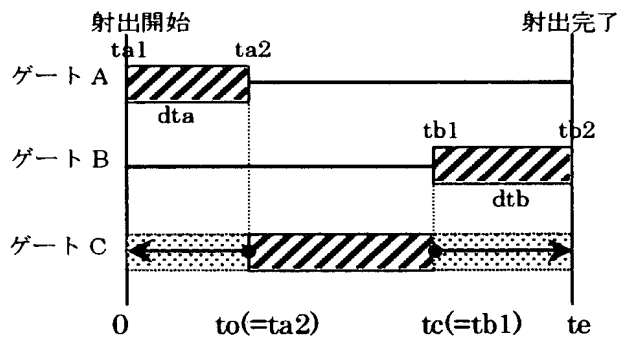


ゲート操作 (ケース 2)

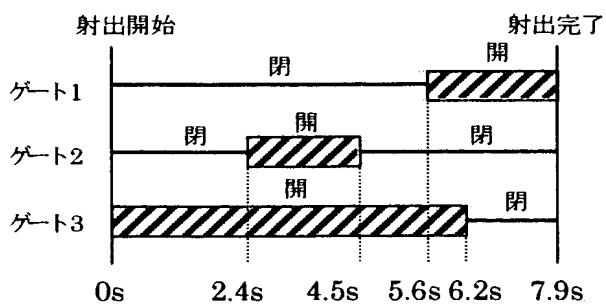
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、成形に必要な型締力と使用可能な射出成形機的能力とを考慮し、最適な樹脂製品設計を実現する。

【解決手段】 射出成形法によって成形する樹脂製品を設計するに際し、所定形状の樹脂製品について射出成形を行なう際に必要な型締力を計算機支援による最適化手法を用いて事前に求め、この結果に基づいて樹脂製品の設計を決定することを特徴とする。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 3
受付番号	5 0 3 0 0 5 2 9 1 4 3
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月31日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 0 9 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中心区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友化学工業株式会社